

Sieht der Gartenbau zukünftig rot? – Über die Verwendung von LED-Lampen zur Assimilationsbelichtung bei Topfkräutern



**Kasseler
Gartenbautage
Baunatal**

11. Januar 2012

Helmut Müller

Assimilationsbelichtung?

Assimilationsbelichtung	Fotoperiodische Belichtung
<ul style="list-style-type: none">▪ Steigerung der Fotosynthese, also des Wachstums▪ hohe Lichtintensitäten (> 1.500 Lux)	<ul style="list-style-type: none">▪ Beeinflussung des Blühverhaltens▪ Tageslänge ist entscheidend▪ geringe Lichtintensitäten (ca. 50 Lux)

Übersicht

- **Vorstellung des Versuchsgewächshauses**
- **Pflanzenbauliche Ergebnisse der LED-Belichtung**
- **Eigenschaften von LED-Lampen**
- **Energetische und betriebswirtschaftliche Aspekte der LED-Belichtung**
- **Ausblick**

Versuchsgewächshaus

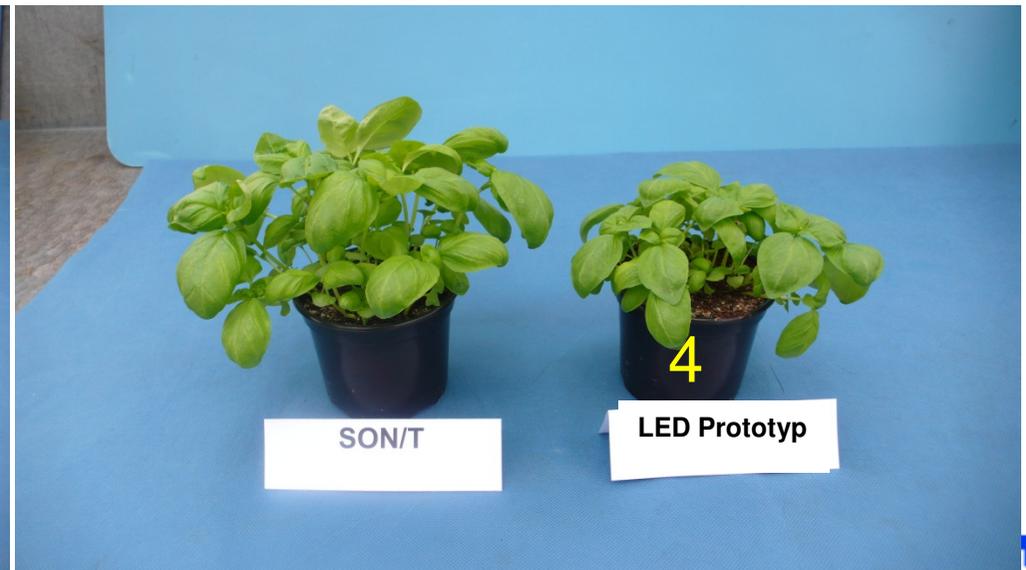
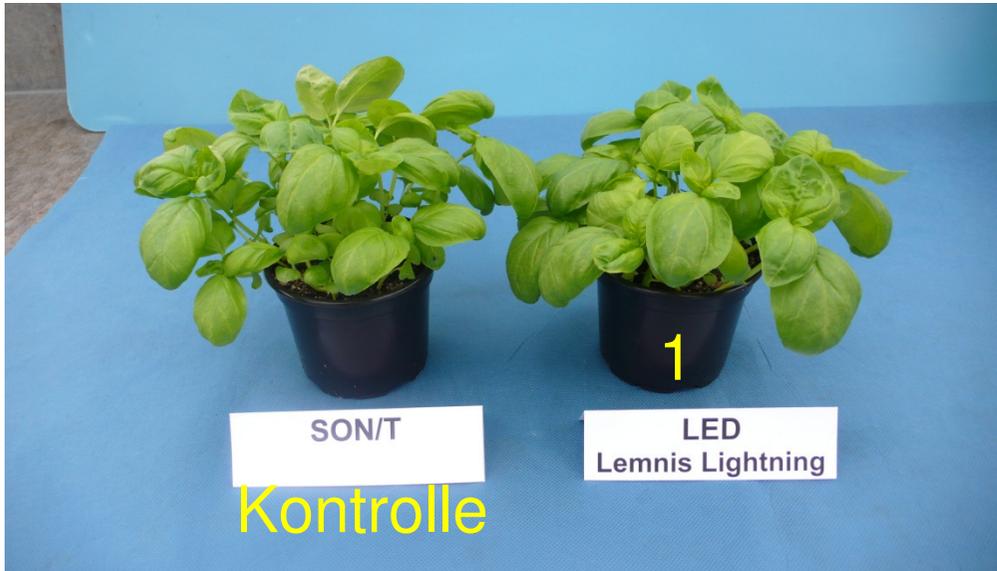


Versuchsgewächshaus

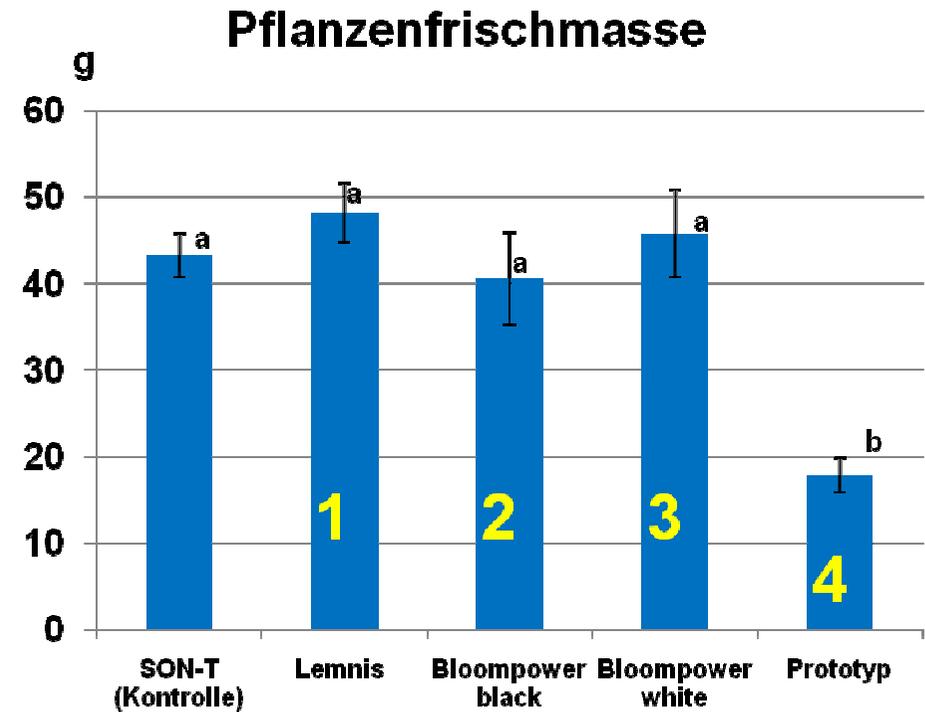
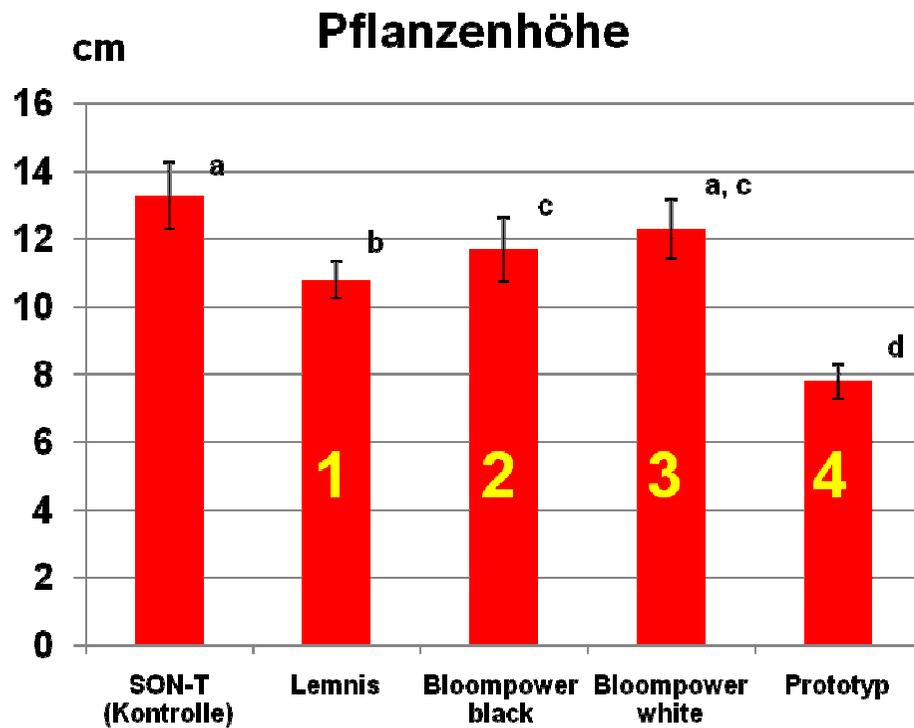


- Inbetriebnahme: April 2010
- 343 m², 2 Abteilungen
- Eindeckung mit Acrylsteigdoppelplatten (16 mm)
- 22 Rolltische, eine Versuchseinheit = 2 Tische
- z.Z. 6 verschiedene LED-Lampensysteme mit SON-T-Lampen zum Vergleich

Pflanzenbauliche Ergebnisse



Pflanzenbauliche Ergebnisse



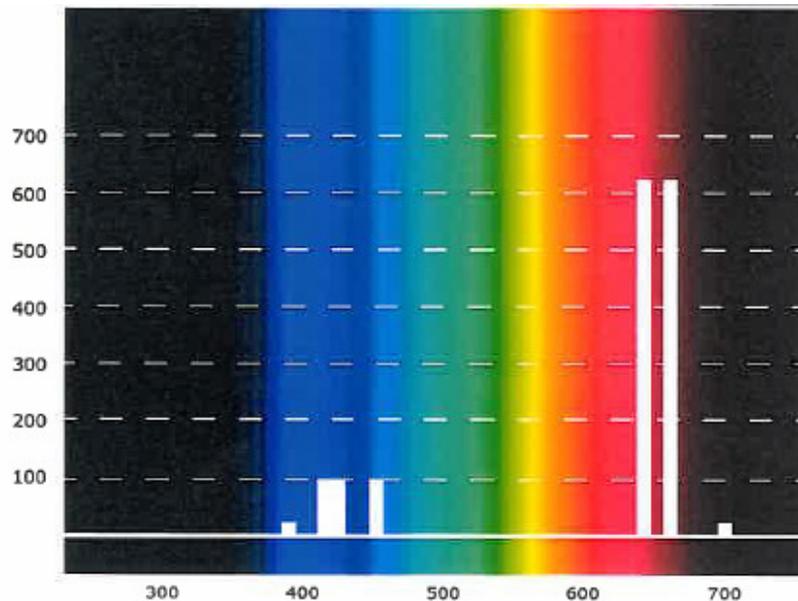
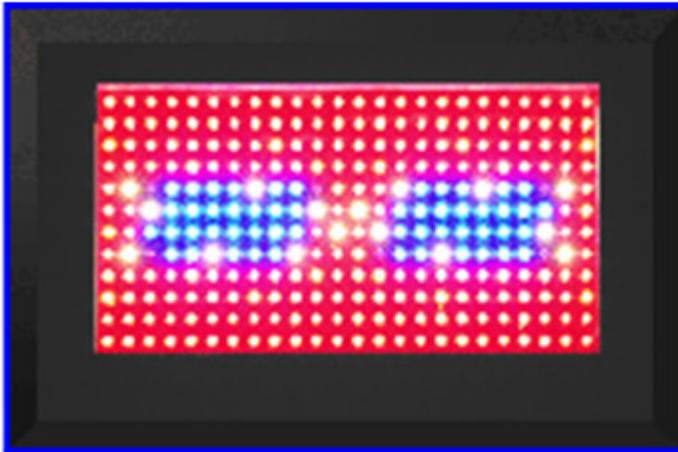
Pflanzenbauliche Ergebnisse



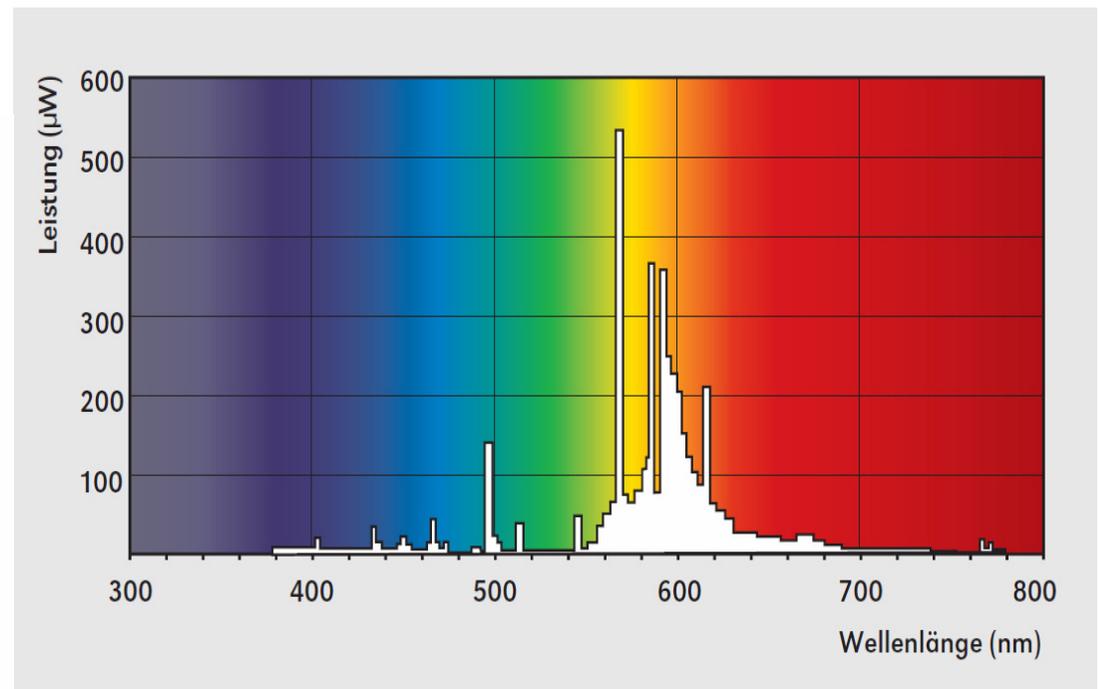
Lampentyp	Pflanzenhöhe (cm)		Frischmasse (g/Topf)		Laubfarbe	Kräuselung Blatt
ohne Zusatzlicht	13	d	21,0	d	5	5
SON-T	15,1	a	26,8	a	6	6
Lemnis	15,9	b	37,1	b	7	7
Prototyp	14,2	c	25,6	a	5	5
Bloompower black	14,8	a	31,8	c	7	7

Eigenschaften von LED-Licht

1. einfarbiges (monochromatisches) Licht



Spektrum der SON-T-Lampe



Eigenschaften von LED-Licht

1. einfarbiges (monochromatisches) Licht

Lichtquellen im Vergleich

Temperaturstrahler	Gasentladungslampen		Elektronisches Licht
 <p>Glühlampe</p>	 <p>Leuchtstoff- lampe Niederdruck- dampf Lampe</p>	 <p>SON-T- lampe Hochdruck- dampf Lampe</p>	 <p>LED = Halbleiter- kristall</p>
<p>Nicht zur Assimilationsbelichtung geeignet, da</p> <ul style="list-style-type: none"> - zu geringe Lichtausbeute - Zuviel Wärmeabstrahlung 	<p>Der Glaskolben ist mit Gas gefüllt, in dem Unterdruck herrscht. Bei Anlegen einer Spannung werden die im Gas befindlichen geladenen Teilchen (Ionen) stark beschleunigt. Bei Zusammenstößen der Teilchen entsteht Licht.</p>		<p>Bei Anlegen einer Spannung werden die Elektronen in den Kristallen kurzfristig auf ein höheres Energieniveau gehoben. Beim Herunterfallen der Elektronen entsteht Licht.</p>

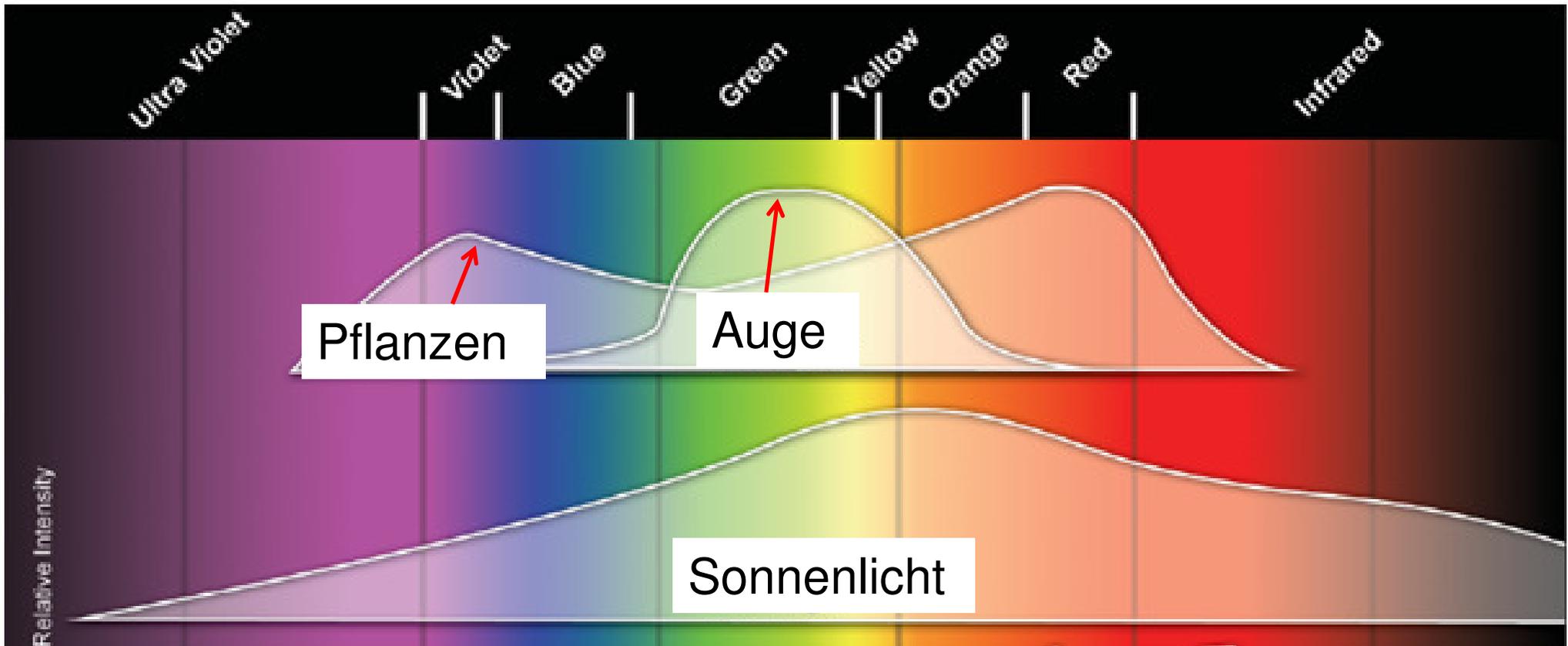
Eigenschaften von LED-Licht

2. „dunkles“ Licht



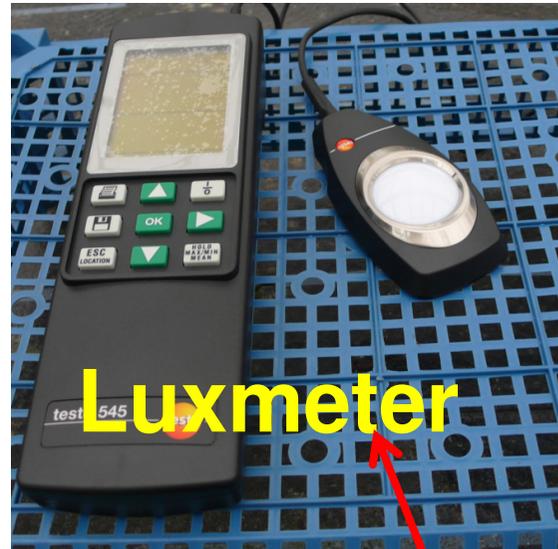
Eigenschaften von LED-Licht

2. „dunkles“ Licht

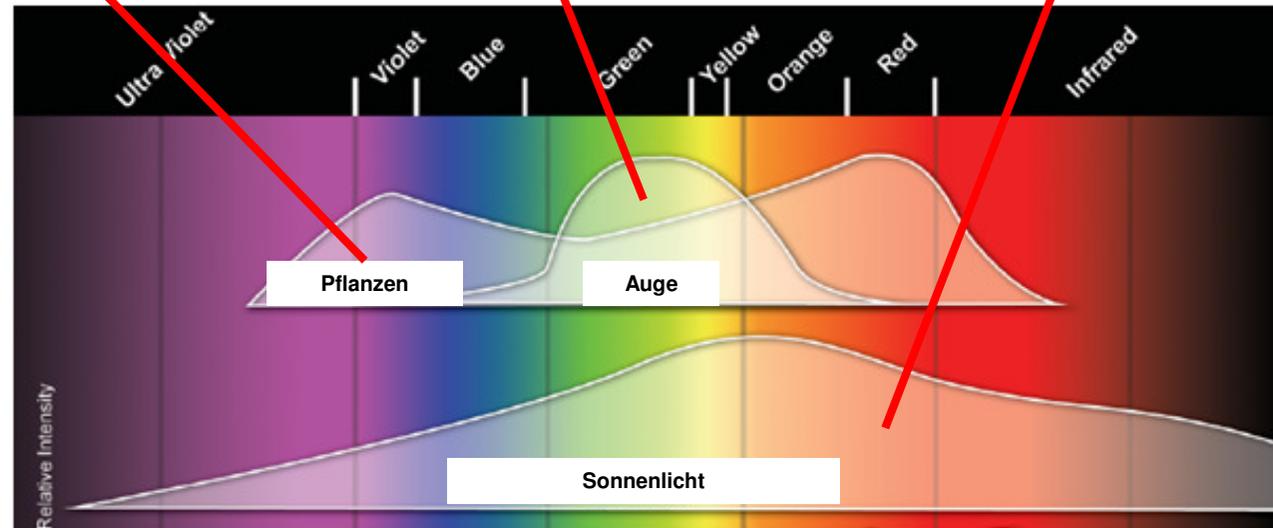


Eigenschaften von LED-Licht

2. „dunkles“ Licht (Messverfahren)



PAR =
Photosynthetically
Active **R**adiation



Eigenschaften von LED-Licht

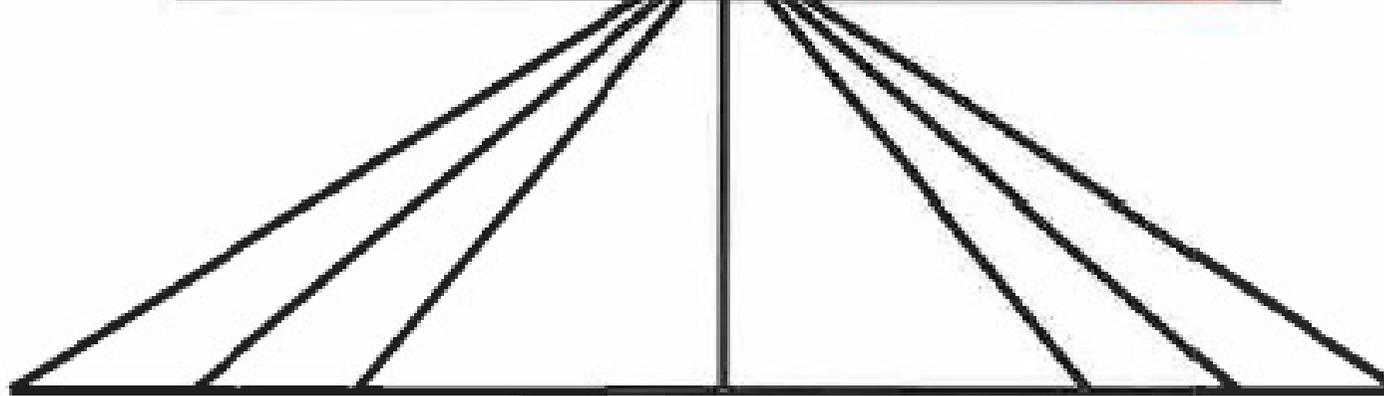
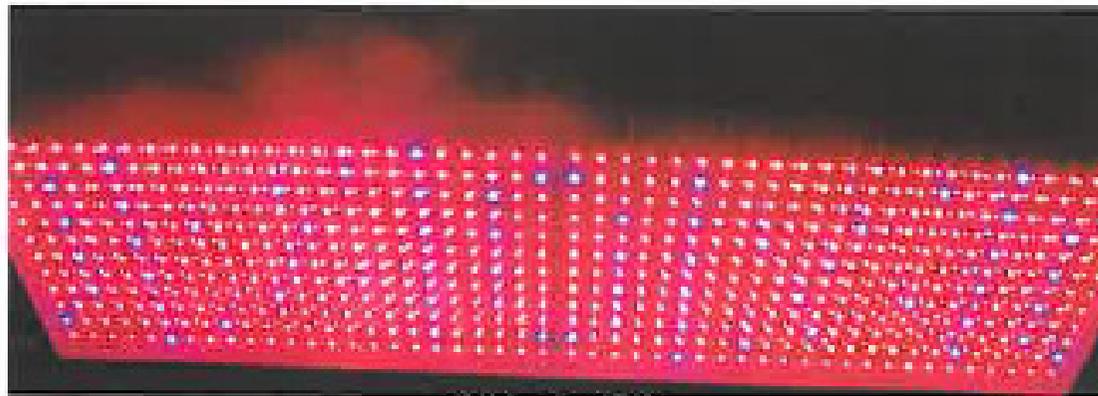
2. „dunkles“ Licht (Messverfahren) -



Photonenstromdichte (Menge der Lichtteilchen)	Beleuchtungsstärke (Helligkeit)	Energie
$\mu\text{mol}/\text{m}^2, \text{s}$	Lux	W/m^2
400 – 700 nm	400 – 750 nm (550 nm)	300 – 3.000 nm
Pflanzenbau	Arbeitsstätten	Meteorologie

Eigenschaften von LED-Licht

3. punktförmiges Licht



1,20 m

200	150	100			0			100	150	200	cm
7	12	24			60			24	12	7	$\mu\text{mol}/\text{m}^2,\text{s}$

Eigenschaften von LED-Licht

3. punktförmiges Licht

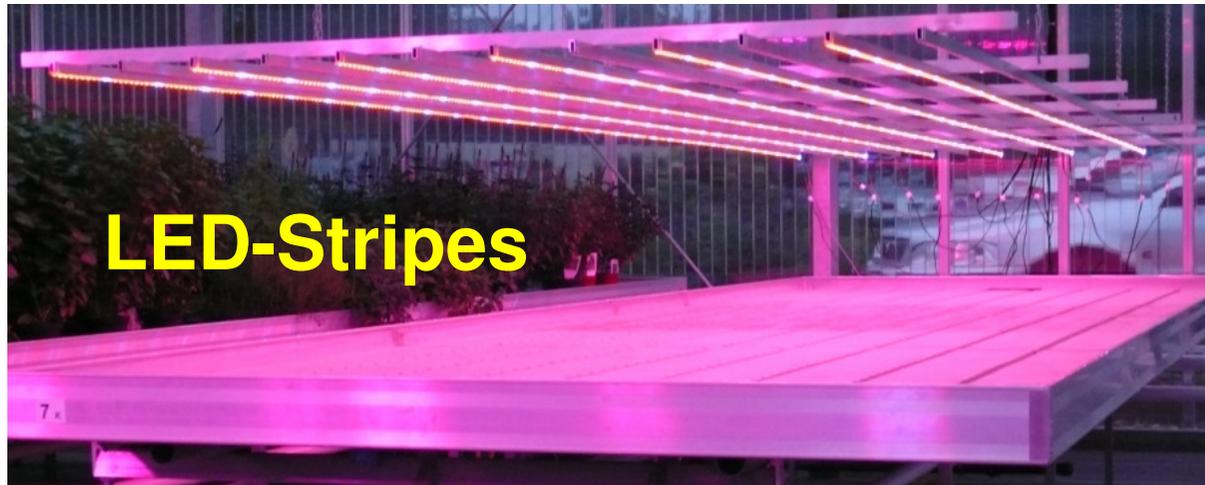


Eigenschaften von LED-Licht

3. punktförmiges Licht

Maßnahmen für eine gleichmäßige Ausleuchtung der Fläche

- **Optimale Anzahl und Anordnung der Lampen (Lichtverteilungsplan)**
- **spezielle Bauformen**



Eigenschaften von LED-Licht

3. „punktförmiges“ Licht

Maßnahmen für eine gleichmäßige Ausleuchtung der Fläche

- Lichtverteilungsplan
- spezielle Bauformen

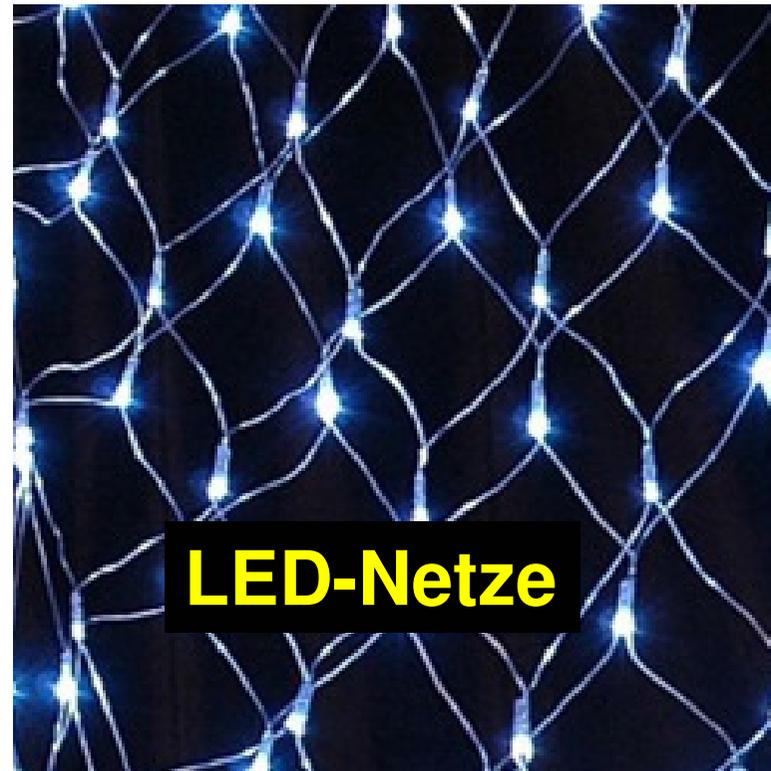


Eigenschaften von LED-Licht

3. „punktförmiges“ Licht

Maßnahmen für eine gleichmäßige Ausleuchtung der Fläche

- Lichtverteilungsplan
- spezielle Bauformen



Eigenschaften von LED-Licht

3. punktförmiges Licht

Maßnahmen für eine gleichmäßige Ausleuchtung der Fläche

- Lichtverteilungsplan
- spezielle Bauformen
- spezielle Linsen

Eigenschaften von LED-Licht

4. „kaltes“ gekühltes Licht



Licht + Wärme
↓
30 %



Licht + Wärme
↓
30 %

Wärmeabfuhr durch

- Luft (Ventilatoren) oder Wasser
- große Oberfläche

- je höher Stromstärke und Temperatur, desto geringer der Wirkungsgrad
- Steigerungen des Wirkungsgrades absehbar

Energetische und betriebswirtschaftliche Aspekte

	Anschaffungs- preise € / Netto-m²	Lebensdauer
Lemnis Lighting	53 ¹⁾	25.000 – 50.000 h
Bloompower black	168 ^{1) 3)}	
Bloompower white	126 ¹⁾	
SON-T	34 ²⁾	5.000 – 10.000 h (je nach Schalzhäufigkeit)

1) Einzelpreis (Katalog) 2) Mengenpreis (Rechnung)

3) zu beleuchtende Fläche vermutlich größer als hier unterstellt

Energetische und betriebswirtschaftliche Aspekte

	Verbrauch kWh/Netto-m², Tag	Energieverbrauch gegenüber SON-T in %
Lemnis Lighting	0,78 ³⁾	+ 22 %
Bloompower black	1,00 ²⁾³⁾	+ 56 %
Bloompower white	0,44 ³⁾	- 31 %
SON-T¹⁾	0,64	

1) Leuchte mit elektronischen Vorschaltgerät

2) zu beleuchtende Fläche vermutlich größer als hier unterstellt

3) Optimierung des Gesamtsystems nötig und möglich

Sieht der Gartenbau bei LED-Belichtung **rot?**



Lampen

- Lebensdauer unter „realen“ Bedingungen
- Herstellung und Entsorgung

?

Pflanze

- Wirkung einzelner Wellenlängen des Lichtes
- Kulturführung (Temperatur, Konzentration Nährlösung)
- Pflanzenschutz

Wirtschaftlichkeit

- Preis
- Energieeinsparung
- Zusatzinvestitionen

Sieht der Gartenbau bei LED-Belichtung ~~rot?~~



Lampen

- weiter steigender Wirkungsgrad
- Dimmbarkeit
- veränderbares Spektrum

Poten-
ziale

Pflanze

- Wachstumssteigerung, Kulturzeitverkürzung
- Steuerung des Habitus
- bessere Ausfärbung (bunte Sorten und Arten)
- besserer Geschmack

Wirtschaftlichkeit

- geringerer Energieverbrauch
- Mehretagensysteme
- gezielte Nutzung der Abwärme
- Reduktion (☀️ + 🔦) Lichtmenge



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit !**